

логия, 2010. – Вып. 2 (17). – С. 78–88.

2. Губинский В. И. и др. Металлургические печи. Теория и расчеты : в 2-х т. / под общ. ред. В. И. Тимошпольского, В. И. Губинского. – Минск: Беларус. наука, 2007. – Т. 2. – 2007. – 832 с.

3. Web-сайт компании Hotwork Combustion Technology Limited. – Режим доступа: <http://www.hotworkct.com>. – Заголовок с экрана.

УДК 669.45

А. С. Симачев, М. В. Темлянец, Т. Н. Осколкова

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НАГРЕВА РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ Э76Ф ПОД ПРОКАТКУ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ

Аннотация

В статье представлены результаты исследования высокотемпературной пластичности рельсовой стали марки Э76Ф в диапазоне температур 950–1250 °С. Установлено, что наибольшее значение пластичности соответствует температуре 1150 °С.

Ключевые слова: высокотемпературная пластичность, рельсовая сталь.

Abstract

In the article the outcomes of research of high-temperature plasticity of rail steel of the mark Э76Ф in range of temperatures 950–1250 °C are shown. It is established that the greatest value of plasticity meets to temperature 1150 °C.

Keywords: high-temperature plasticity, rail steel.

Рельсы являются ответственным видом металлопродукции, к которому предъявляется широкий спектр требования по механическим и пластическим свойствам, качеству поверхности, геометрии профиля, прямолинейности и другим свойствам. Для их обеспечения требуется соответствующее оборудование и агрегаты, а главное эффективные технологии и технологические режимы производства. Одним из главных технологических этапов производства является нагрев непрерывнолитых заготовок в методических печах и прокатка рельсов на стане. Традиционно при реализации нагрева и прокатки возникает вопрос пластичности стали, ее зависимости от температуры и ряда других факторов [1].

Анализ специальной технической литературы показывает, что исследованию пластичности рельсовой стали посвящено относительно мало работ. В основном они проведены для мартеновской стали, разлитой в изложницы. В то же время хорошо известно, что пластичность является свойством, весьма чувствительным не только к химическому составу, температуре, скорости деформации и напряженному состоянию, но и параметрам структуры и не-

которым характеристикам (например, виду, фазовому составу, форме неметаллических включений), которые определяются технологией выплавки, внепечной обработки, раскисления, разливки и т. п. В частности, в работе [2] представлены результаты исследования пластичности методом горячего скручивания мартеновской рельсовой стали марок М75 и М76, разлитой в изложницы, влияния на нее вида и расхода раскислителя. Установлено, что для литого металла пластичность ниже, чем для катаного, интервал максимальной пластичности соответствует температурам 1050–1150 °С. По данным работы [3], методом испытаний на осадку установлено, что при температурах нагрева до 1200 °С признаки перегрева на образцах рельсовой стали отсутствуют полностью. При 1250 °С наблюдаются первые признаки перегрева, однако при осадке на 1/3 цилиндрических образцов диам. 25 и высотой 50 мм, нагретых до 1250–1300 °С, надрывов и разрывов металла не происходило. Нагрев до 1350 °С и осадка на 1/3 высоты приводят к образованию незначительных надрывов. Авторы работы [3] считают, что в интервале 900–1300 °С рельсовая сталь, разлитая в слитки или на машине непрерывного литья заготовок, имеет удовлетворительную пластичность.

За последние 10 лет в технологии производства рельсов произошли значительные изменения. Освоена технология производства рельсовой стали Э76Ф, микролегированной ванадием и азотом [4]. Разработаны ресурсо- и энергосберегающие режимы нагрева непрерывнолитых заготовок рельсовой электростали в методических печах с шагающими балками [5–8]. Определены рекомендуемые температурные интервалы нагрева и прокатки рельсовой стали. Однако эти рекомендации получены на основе теоретических расчетов или эмпирических соотношений для сталей близкого химического состава. Для более детальной оценки пластичности рельсовой электростали текущего производства возникает актуальность проведения лабораторных пластометрических исследований.

В данной работе проведены исследования пластичности рельсовой стали марки Э76Ф, химический состав которой соответствует ГОСТ 51685–2000. Образцы для исследований вырезали из НЛЗ одной плавки из трех зон по сечению (корковая зона, зона столбчатых кристаллов и осевая зона равноосных кристаллов) заготовки. Испытания на высокотемпературное кручение проводили при температурах 950, 1050, 1150, 1250 °С. Время выдержки образцов при постоянной температуре составляло 5, 10 и 15 мин. В качестве критерия пластичности стали использовали число оборотов до разрушения образца. На рисунке представлены результаты экспериментов на горячее скручивание.

Анализ результатов проведенных экспериментов показывает, что для всех исследованных зон и времени выдержки максимальную пластичность исследуемая сталь показывает при температуре 1150 °С. Для корковой зоны максимальное количество оборотов составило 77 при температуре 1150 °С и времени выдержки 15 мин. Для зоны столбчатых кристаллов максимальное количество оборотов составило 87 и соответствует температуре 1150 °С и времени выдержки 10 мин. Пластичность осевой зоны равноосных кристаллов значительно ниже. Ее максимум составляет 60 оборотов и соответствует температуре 1150 °С и времени выдержки 10 мин. Характерно, что при увеличении температуры нагрева от 1150 до 1250 °С пластичность металла корковой и осевой зон снижается практически в два раза, в то время как для зоны столбчатых кристаллов число оборотов до разрушения снижается менее резко.

Непрерывнолитая рельсовая сталь Э76Ф по сравнению с разлитой в слитки М76 имеет более высокую пластичность. В частности для последней максимальное количество оборотов 48 соответствует температуре 1100 °С [2]. Рельсовая сталь М75, разлитая в слитки,

имеет более высокие значения пластичности по сравнению с М76, максимальное количество оборотов достигает 60, причем при температуре 1050 °С [2].

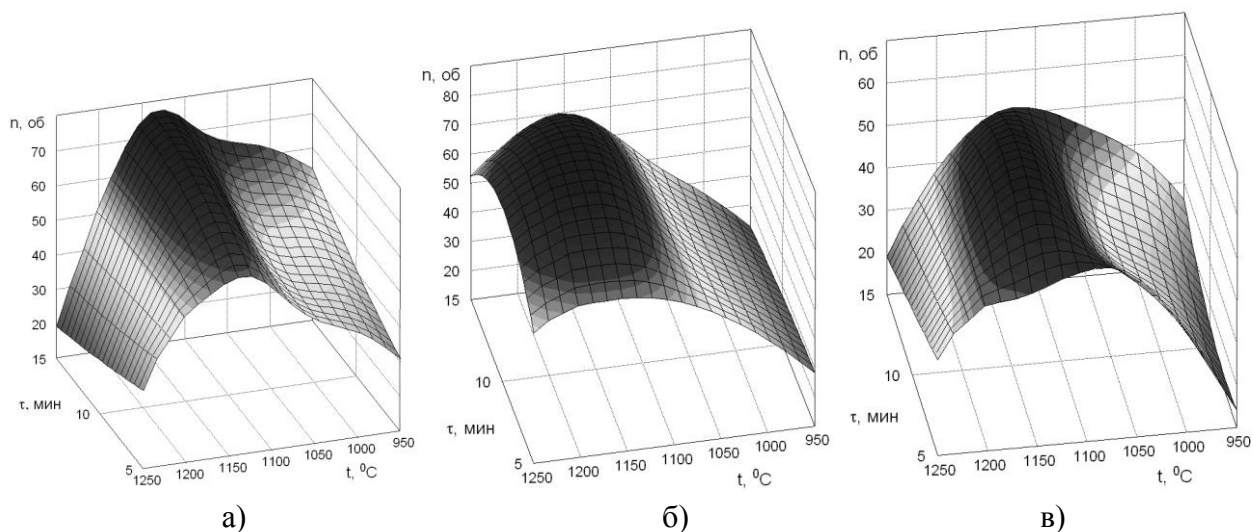


Рис. Зависимости количества оборотов до разрушения от температуры нагрева и времени выдержки для образцов: *а* – корковой зоны; *б* – зоны столбчатых кристаллов; *в* – осевой зоны равноосных кристаллов

Металлографические исследования показали, что образцы из различных зон НЛЗ, нагретые до 1150 °С и подвергнутые высокотемпературному кручению, имеют обезуглероженный слой глубиной порядка 0,2–0,3 мм. По мере продвижения в глубь образца толщина сплошной тонкой ферритной сетки по границам зерен уменьшается и переходит на глубине ~ 0,3 мм в разорванную. Величина зерна в данной области, определенная по ГОСТ 5639-82, соответствует № 4 – № 5.

Образцы из трех зон НЛЗ, нагретые до 1250 °С и подвергнутые высокотемпературному кручению, имеют несколько различающееся строение. У образцов из корковой зоны поверхностный обезуглероженный слой толщиной 0,15–0,2 мм представлен структурой видманшtedт (игольчатый феррит). Далее располагается слой частичного обезуглероживания толщиной 0,5 мм с крупным зерном (№ 3), плавно переходящий в структуру основного металла, с такой же величиной зерна. У образцов из зоны столбчатых кристаллов выявлено частичное обезуглероживание на расстоянии 0,5 мм от поверхности, под которым располагается структура рельсовой стали, но с крупным зерном (№ 2). Еще большее поверхностное обезуглероживание имеет образец, вырезанный из центральной зоны НЛЗ, его глубина достигает 0,6–0,7 мм. Глубже располагается структура стали по всему сечению образца с величиной зерна № 1, характеризующая перегретое состояние металла. Формирование дефектных структур с большой величиной зерна способствует потере пластичности стали, что подтверждается полученными экспериментальными данными.

Выводы. Оценка температуры максимальной пластичности, проведенная в настоящей работе, позволяет сделать вывод, что для рельсовой стали Э76Ф, микролегированной азотом и ванадием, она соответствует температуре 1150 °С.

Список использованных источников

1. Перетятко В. Н., Темлянцев М. В., Филиппова М. В. Развитие теории и практики металлургических технологий. Т. 2. Пластичность и разрушение стали в процессах нагрева и обработки давлением. – М.: Теплотехник, 2010. – 352 с.
2. Ворожищев В. И. Состав и технология производства рельсов повышенной работоспособности. – Новокузнецк: Новокузнецкий полиграфический комбинат, 2008. – 351 с.
3. Браунштейн Е. Р., Гуляева Т. П., Стариков В. С., Сорокин Н. М. Исследование технологической пластичности рельсовой стали, разлитой в изложницы и на установке непрерывной разливки // Актуальные проблемы материаловедения в металлургии: сб. тез. докл. – Новокузнецк: Изд. СибГГМА, 1997. С. 180.
4. Козырев Н. А. и др. Железнодорожные рельсы из электростали. – Новокузнецк: ЕвразХолдинг, 2006. – 387 с.
5. Павлов В. В., Темлянцев М. В., Корнева Л. В., Сюсюкин А. Ю. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.
6. Темлянцев М. В., Гаврилов В. В., Корнева Л. В., Сюсюкин А. Ю., Темлянцев Н. В. Нагрев под прокатку непрерывнолитых заготовок рельсовой электростали // Изв. вуз. Черная металлургия. 2005. № 6. С. 51–53.
7. Темлянцев М. В., Гаврилов В. В., Корнева Л. В., Кожеурова Л. Т. О выборе температурных режимов нагрева под прокатку непрерывно литых заготовок рельсовой электростали // Известия вузов. Черная металлургия. 2005. № 12. С. 47–49.
8. Темлянцев М. В., Колотов Е. А., Сюсюкин А. Ю., Гаврилов В. В. Разработка технологии нагрева рельсовых заготовок в методической печи с шагающими балками // Сталь. 2006. № 12. С. 33–35.

УДК 669.042

Н. М. Трощенко, Е. В. Киселев

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Институт материаловедения и металлургии,

кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ НА БАНДАЖНОМ СТАНЕ КОЛЕСОПРОКАТНОГО ЦЕХА ОАО «ЕВРАЗ НТМК»

Аннотация

В настоящее время участок термической обработки колец и бандажей колесобандажного цеха состоит из восьми 16 полумуфельных печей и 2 закалочных баков с водой. Использование коксодоменного газа, повышенный расход топлива, повышенный недожог, по-